

## 明 細 書

## 空気入りタイヤ

## 技術分野

- [0001] 本発明は、トレッドの周方向に沿って配置された周方向溝と、前記周方向溝によって区画された陸部とを備えた空気入りタイヤ、特に、重荷重用空気入りタイヤの周方向溝の形状に関する。

## 背景技術

- [0002] 従来、空気入りタイヤ、特に、重荷重用空気入りタイヤでは、ショルダーリップの偏摩耗を抑制するため、トレッドの表面と段差をつけた「細リブ」をトレッドに設け、当該段差領域において、車両の進行方向と逆向きのせん断力を発生させることにより、ショルダーリップ本体のエッジ部に対する進行方向のせん断力を低減する手法が広く用いられている。(例えば、特開平2-第88311号公報(第2-3頁、第2図))。
- [0003] ここで、図1(a)は、上述したような「細リブ」を有する重荷重用空気入りタイヤのトレッドの一部平面展開図を示している。また、図1(b)は、図1(a)に示した重荷重用空気入りタイヤのA-A'方向の断面図を示している。
- [0004] 図1(a)及び(b)に示すように、トレッドTR1には、タイヤ赤道線CLの両側に、直線状の周方向溝31が配置され、それぞれの周方向溝31の外側には、セカンドリブ12が配置される。また、セカンドリブ12の外側には、直線状の周方向溝32が配置される。
- [0005] さらに、周方向溝32の中には、トレッドTR1の表面と段差をつけた細リブ21が配置される。また、周方向溝32の外側には、ショルダーリップ11が配置される。
- [0006] 図1(a)及び(b)に示したような従来の重荷重用空気入りタイヤでは、上述したように、細リブ21と、周方向溝32とによって形成される段差領域によって、車両の進行方向と逆向きのせん断力を発生させる。
- [0007] また、ショルダーリップなどの偏摩耗を抑制する手法のひとつとして、リブ側面の形状を、トレッドの上方から見た場合に周方向に沿って正弦パターンとなるように変化させ、リブ本体のエッジ部が局部的に偏摩耗するリバーウエアを抑制する手法が実際に

用いられている(例えば、特表2002-512575号公報(第14-15頁、第1-2図))。

[0008] しかしながら、上述した従来手法には、次のような問題があった。すなわち、トレッドの表面と段差をつけた細リブを用いる手法は、トレッドの周方向からの力よりも幅方向からの力、つまり、横力が支配的な状況では、ショルダーリブの偏摩耗、特に、ショルダーリブがテーパ状に偏摩耗するテーパウエアに対して、ほとんど効果がないという問題があった。

[0009] ここで、図1(c)は、図1(b)に示した従来の重荷重用空気入りタイヤのトレッド幅方向(A-A'方向)断面の一部拡大図を示している。図1(c)を例に、この問題について詳細に説明すると、トレッドTR1の外側から、トレッドTR1の幅方向の力、つまり、横力Fが、従来の重荷重用空気入りタイヤに入力される状況では、溝底面32btと、リブ側面11sdとによって形成される角度が直角に近い設定となっているため、トレッドTR1が路面に接地した時に、溝底面32btとショルダーリブ11とが接する接点Vを起点として、周方向溝32が収縮し、ショルダーリブ11が、トレッドTR1の幅方向、つまり、トレッドTR1の内側に向かって大きく変位する。したがって、細リブ21と周方向溝32とによって偏摩耗を抑制する従来手法は、横力Fの入力によるショルダーリブ11のエッジ部11egからの摩耗核の発生・進展の抑制には、あまり効果がないのが現実である。

[0010] さらに、図1(c)に示すように、細リブ21は、一般的に周方向溝32の中に設けられるため、周方向溝32の有効溝断面積が減少して排水性が損なわれることから、路面の湿潤時における車両の操縦安定性、つまり、ウェット性能が悪化するという問題もあった。

[0011] また、特許文献2に開示されているような、リブ側面の形状を周方向に沿って変化される手法は、重荷重用空気入りタイヤへの周方向からの力の入力だけでなく、結果として、横力の入力による偏摩耗の抑制にも一定の効果を奏する場合もあるが、一般的には、リブ側面の形状を周方向に沿って変化させることによって、周方向溝の有効溝断面積が減少するため、上述したように排水性が損なわれ、ウェット性能が悪化するという問題があった。したがって、このような性質を有する従来の重荷重用空気入りタイヤが、車両の操舵軸に装着された場合には、操縦安定性の悪化が顕著に表

れるため、特に問題となっていた。

- [0012] そこで、本発明は、上述した問題点に鑑みてなされたものであり、トレッド幅方向からの横力による偏摩耗を抑制するとともに、ウェット性能をさらに向上させた空気入りタイヤ、特に、重荷重用空気入りタイヤを提供することをその目的とする。

#### 発明の開示

- [0013] 上述した問題を解決するにあたって、発明者等は、まず、従来の重荷重用空気入りタイヤに微小なスリップ角を付与し、トレッドの外側から、横力が入力された状況におけるトレッドの挙動を詳細に観察した。
- [0014] この結果、トレッドの外側、すなわち、横力が入力される側に配置されているショルダーリップは、上述したように、路面と接地する際にセカンドリップとの間に位置する周方向溝が収縮して、セカンドリップ寄りの位置に接地することが看取された。
- [0015] さらに、セカンドリップ寄りの位置に接地したショルダーリップが、蹴り出される際、つまり、重荷重用空気入りタイヤが回転させられることにより、路面から離れる際に開放されるため、トレッドの外側向きの滑り量が大きくなり、この結果、トレッドの内側向きのせん断力が大きくなって、摩耗を進行させることが判明した。
- [0016] また、周方向溝の収縮は、周方向溝の溝底面ならびにショルダーリップ側面の変形によって引き起こされていることも判明した。
- [0017] そこで、かかる観察結果を踏まえ、本発明は、次のような特徴を有している。まず、本発明の第1の特徴は、トレッド(例えば、トレッドTR10)の周方向に沿って配置された周方向溝(例えば、周方向溝33)と、前記周方向溝によって区画された陸部(ショルダーリップ11、セカンドリップ12)とを備えた空気入りタイヤであって、前記周方向溝の溝最深部(例えば、溝最深部33btm)の位置が、前記周方向に沿って、前記周方向溝内において前記トレッドの幅方向に所定の周期(例えば、トレッドが路面に設置している部分の長さである接地長の1/2以下の長さ)で変化するとともに、前記陸部の前記周方向溝側のエッジ(エッジ部11eg, エッジ部12eg)を通過する前記トレッドの表面と垂直または略垂直な垂直線(垂直線P)に前記周方向溝の溝底面が接する深さ方向位置、及び前記深さ方向位置を頂点として、前記垂直線と前記溝底面の前記トレッドの幅方向断面線とによって形成される角度(例えば、 $\alpha 1$ ,  $\alpha 2$ )が、前記周方

向に沿って前記所定の周期で変化することを要旨とする。

- [0018] かかる特徴によれば、周方向溝の溝最深部の位置が、トレッドの周方向に沿って、周方向溝内においてトレッドの幅方向に周期的に変化するとともに、陸部(ショルダーリップ及びセカンドリップ)のエッジを通過するトレッドの表面と垂直または略垂直な垂直線に溝底面が接する深さ方向位置、及び深さ方向位置を頂点として、当該垂直線と前記溝底面の前記トレッドの幅方向断面線とによって形成される角度が、トレッドの周方向に沿って周期的に変化する。
- [0019] このため、空気入りタイヤ、特に、重荷重用空気入りタイヤに横力が入力された場合に、周方向溝の溝底面ならびにショルダーリップ側面が変形する位置が分散し、周方向溝の収縮、すなわち、ショルダーリップがトレッドの幅方向に変位することを抑制することができる。
- [0020] 上述したように、ショルダーリップの幅方向の変位が抑制されれば、ショルダーリップが蹴り出される際に生じるトレッドの内側向きのせん断力を低減させることができ、ショルダーリップの偏摩耗、具体的には、ショルダーリップなどのエッジの片落ち、テーパウェア、及びトレッドが一定の方向に繰り返しせん断されて摩耗するヒール&トゥ摩耗(H&T摩耗)が抑制される。
- [0021] ここで、例えば、周方向溝の溝底面がショルダーリップのエッジを通過するトレッド表面に垂直な垂直線、つまり、ショルダーリップ側面に接する深さ方向位置を変化させず、ショルダーリップ側面を傾斜させて、タイヤの回転中心側に位置するショルダーリップの下部を広げることにより、ショルダーリップの変位を抑制しようとした場合、ショルダーリップ側面の変形は若干抑制されるが、ショルダーリップ側面の変形位置が、周方向溝の特定の深さ方向位置に集中してしまうこととなる。
- [0022] さらに、周方向溝の溝底面の変形は、ショルダーリップ側面を傾斜させることによって抑制することができないため、横力によるショルダーリップの摩耗を抑制する効果を効率的に引き出すことができない。一方、ショルダーリップの変形を抑制する効果をさらに引き出すために、ショルダーリップ側面を極端に傾斜させると、周方向溝の断面積が減少して排水性、つまり、ウェット性能が悪化してしまうこととなる。
- [0023] また、ショルダーリップ側面を傾斜させることに加えて、周方向溝の溝最深部の位置

を周方向に沿って幅方向に変化させる手法、例えば、上述した特許文献2において開示されている、ショルダーリブならびにセカンドリブ側面の形状をトレッドの上方から見た場合に、周方向に沿って正弦パターンとなるように変化させる手法を用いた場合、周方向溝の溝底面の変形が抑制され、ショルダーリブの偏摩耗を抑制する効果を高めることができる。

[0024] しかしながら、この手法では、ショルダーリブ側面に周方向溝の溝底面が接する深さ方向の位置が一定であるため、ショルダーリブ側面の変形を抑制する効果が小さくなってしまうこととなる。

[0025] 次に、本発明の第2の特徴は、本発明の第1の特徴において、前記陸部の前記周方向溝側の各エッジ、及び前記トレッドの表面と平行な前記溝最深部に接する平行線に前記エッジを通過する前記トレッドの表面と垂直または略垂直な垂直線が直交する各交点とによって形成される四角形の面積を溝最大断面積 $S$ とした場合、前記溝最大断面積 $S$ 内において、前記トレッドの全周に渡って前記周方向溝を形成する部分に相当する有効溝断面積 $S'$ が、 $S' \geq 0.45S$ を満足することを要旨とする。

[0026] かかる特徴によれば、周方向溝の収縮によるショルダーリブの偏摩耗を抑制しつつ、排水性をさらに向上させることができる。

[0027] なお、有効溝断面積( $S'$ )とは、より具体的に説明すると、トレッドの幅方向断面における周方向溝の輪郭をトレッドの全周に渡って透過的に表示させた場合において、表示された輪郭の最も内側の点及び線を結んで形成した仮想的な断面積、いわゆる、シースルー部分である。すなわち、有効溝断面積( $S'$ )は、周方向溝に入り込んだ水が、周方向溝の溝底面及びリブ側面に邪魔されずにスムーズに流れることができる溝断面積に相当する。

[0028] 周方向溝の中に細リブを設ける従来の手法では、有効溝断面積( $S'$ )が、最大溝断面積( $S$ )の $1/2$ 以下である。さらに、この手法では、周方向溝の収縮が大きいことと相まって、排水性、つまり、ウェット性能を向上させることが困難であった。

[0029] 一方、本発明に係る空気入りタイヤに配置される周方向溝は、リブ側面の傾斜を必要最小限として排水性を確保しつつ、横力による周方向溝の収縮をより効果的に抑制することができる。すなわち、本発明は、横力による周方向溝の収縮、つまり、ショ

ルダーリブがトレッドの幅方向に変位することによるショルダーリブの偏摩耗を抑制するとともに、ウェット性能をさらに向上させることができる。

[0030] さらに、この周方向溝は、上述した効果に加え、従来の周方向溝と比較して、気柱共鳴音（パターンエアポンピング音）の低減に有利な形状となり、いわゆる通過騒音を抑制する効果も有している。

[0031] また、本発明の第1または第2の特徴に係る空気入りタイヤでは、前記トレッドのショルダー側に配置される前記陸部であるショルダー側陸部（例えば、ショルダーリブ）のエッジを通過する前記垂直線に前記溝底面が接する前記深さ方向位置を頂点として、前記垂直線と前記溝底面の前記幅方向断面線とによって形成されるタイヤの回転中心側の角度を $\alpha 1$ 、前記トレッドの表面側の角度を $\beta 1$ とし、前記トレッドの中央側に配置される前記陸部であるセカンド陸部（例えば、セカンドリブ）のエッジを通過する前記垂直線に前記溝底面が接する前記深さ方向位置を頂点として、前記垂直線と前記溝底面の前記幅方向断面線とによって形成されるタイヤの回転中心側の角度を $\alpha 2$ 、前記トレッドの表面側の角度を $\beta 2$ とした場合、 $\alpha 1 > \beta 1$ を満足する領域では、 $\alpha 2 < \beta 2$ を満足し、 $\alpha 1 < \beta 1$ を満足する領域では、 $\alpha 2 > \beta 2$ を満足することが好ましい。

[0032] さらに、本発明の第1乃至第3の特徴に係る空気入りタイヤでは、前記深さ方向位置は、前記溝最深部の位置が前記陸部に近いほど前記トレッド表面に近くなるように変化することが好ましい。

[0033] これによれば、周方向の溝底面ならびにショルダーリブの変形をさらに抑制する空気入りタイヤ、特に、重荷重用空気入りタイヤを提供することができる。

#### 図面の簡単な説明

[0034] [図1]図1は、従来の空気入りタイヤのトレッドの一部平面展開図及びトレッド幅方向断面図である。

[図2]図2は、本発明の実施形態に係る空気入りタイヤのトレッドの一部平面展開図及びトレッド幅方向断面図である。

[図3]図3は、本発明の実施形態に係る空気入りタイヤに配置される周方向溝の構成を示す図である。

[図4]図4は、比較例に係る空気入りタイヤのトレッドの一部平面展開図及びトレッド幅方向断面図である。

[図5]図5は、比較例に係る空気入りタイヤに配置される周方向溝の構成を示す図である。

[図6]図6は、本発明の実施形態に係る空気入りタイヤ、比較例に係る空気入りタイヤ及び従来例に係る空気入りタイヤの周方向溝の有効溝断面積を示す図である。

[図7]図7は、本発明の変更例に係る空気入りタイヤのトレッドの一部平面展開図である。

### 発明を実施するための最良の形態

#### [0035] (本実施形態に係る空気入りタイヤの構成)

次に、本発明の実施形態に係る空気入りタイヤについて、図面を参照しながら説明する。図2(a)は、本実施形態に係る空気入りタイヤ(重荷重用空気入りタイヤ)のトレッドの一部展開平面図を示している。また、図2(b)は、図2(a)に示した重荷重用空気入りタイヤのB-B'方向の断面図を示している。

[0036] 図2(a)及び(b)に示すように、トレッドTR10には、タイヤ赤道線CLの両側に、直線状の周方向溝31が配置され、それぞれの周方向溝31の外側には、セカンドリブ12(陸部)が配置される。

[0037] また、セカンドリブ12の外側には、直線状の周方向溝33が配置される。さらに、周方向溝33の外側には、ショルダーリブ11(陸部)が配置される。なお、図2(b)において、周方向溝31及び周方向溝33の下方、つまり、タイヤの回転中心側には、ベルトやインナライナなどが配置されるが、本実施形態に係る図面では、その表示を省略する。

[0038] 周方向溝31は、トレッドTR10の周方向に沿って、タイヤ赤道線CLと平行または略平行に配置された直線状の溝である。また、図2(b)に示すように、周方向溝31の断面は、溝底面に向かって先細りとなる形状を有している。なお、周方向溝31は、図1(c)に示した従来の重荷重用空気入りタイヤのトレッドTR1に配置されたものと同一である。図1(c)に示すように、周方向溝31の溝最深部の深さは、15.5mmであり、トレッドTR1の表面に垂直な垂直線Pと、周方向溝31の溝底面によって形成されるタイ

ヤの回転中心側の角度は、 $13^{\circ}$  に設定される。

- [0039] 周方向溝33は、ショルダーリブ11及びセカンドリブ12の間に形成された直線状の周方向溝である。なお、周方向溝31, 33は、必ずしも直線状でなくても構わない。
- [0040] 図2(a)に示すように、周方向溝33は、溝最深部33btmの位置が、トレッドTR10の周方向に沿って、周方向溝33内において、トレッドTR10の幅方向に所定の周期で変化する。
- [0041] また、周方向溝33は、図2(b)に示すように、エッジ部11eg、エッジ部12egを通過するトレッドTR10の表面と垂直な垂直線Pに周方向溝33の溝底面が接する深さ方向位置、及び深さ方向位置を頂点として、垂直線Pと当該溝底面のトレッドTR10の幅方向断面線とによって形成される角度が、トレッドTR10の周方向に沿って所定の周期で変化する。なお、周方向溝33のより具体的な構成については、後述する。
- [0042] ショルダーリブ11は、トレッドTR10の周方向に沿って、タイヤ赤道線CLと平行または略平行に、トレッドTR10上の最も外側に配置された直線状のリブである。
- [0043] セカンドリブ12は、トレッドTR10の周方向に沿って、タイヤ赤道線CLと平行または略平行に、周方向溝33に隣接して配置された直線状のリブである。なお、ショルダーリブ11及びセカンドリブ12は、必ずしも直線状でなくても構わない。
- [0044] また、本発明を実施するにあたって、周方向溝31、周方向溝33及びセカンドリブ12の本数は、図2(a)及び(b)に示した数に限定されるものではなく、適宜変更することができる。
- [0045] (本実施形態に係る空気入りタイヤの周方向溝の構成)
- 次に、周方向溝33の具体的な構成について、図3を参照しながら説明する。図3(a)は、トレッドTR10に配置された周方向溝33の拡大図を示している。
- [0046] また、図3(b)は、図3(a)に示した周方向溝33のC1-C1'方向の断面図を示している。以下同様に、図3(c)～(e)は、周方向溝33のC2-C2'方向、C3-C3'方向及びC4-C4'方向の断面図をそれぞれ示している。以下、C1-C1'～C4-C4'方向の各断面における周方向溝33の断面形状について説明する。
- [0047] まず、図3(b)に示すように、C1-C1'方向の周方向溝33の断面において、エッジ部11egを通過するトレッドTR10の表面と垂直または略垂直な垂直線P(以下、垂直



線 $P_1$ という)に溝底面が接する深さ方向位置(接点 $V_1$ )は、トレッドTR10の表面から15.5mmの位置に設定される。一方、エッジ部12egを通過するトレッドTR10の表面と垂直または略垂直な垂直線 $P$ (以下、垂直線 $P_2$ という)に溝底面が接する深さ方向位置(接点 $V_2$ )は、トレッドTR10の表面から10.5mmの位置に設定される。なお、「溝底面」とは、溝最深部33btmを含む接点 $V_1$ —接点 $V_2$ 間の面を指すものとする。

[0048] また、図3(b)～(e)に示すように、以下、接点 $V_1$ を頂点として、垂直線 $P_1$ 及び溝底面の断面線によって形成されるタイヤの回転中心側の角度を「 $\alpha 1$ 」と呼び、接点 $V_1$ を頂点として、垂直線 $P_1$ 及び溝底面によって形成されるトレッドTR10表面側の角度を「 $\beta 1$ 」と呼ぶ。

[0049] さらに、接点 $V_2$ を頂点として、垂直線 $P_2$ 及び溝底面によって形成されるタイヤ中心側の角度を「 $\alpha 2$ 」と呼び、接点 $V_2$ を頂点として、垂直線 $P_2$ 及び溝底面の断面線とによって形成されるトレッドTR10表面側の角度を「 $\beta 2$ 」と呼ぶ。図3(b)において、 $\alpha 2$ は、 $70^\circ$ に設定される。また、図3(b)～(e)において、周方向溝33の幅は、16.0mmに設定される。

[0050] 図3(c)に示すように、C2—C2'方向の周方向溝33の断面において、ショルダーリブ11側の深さ方向位置は、トレッドTR10の表面から0.5mmの位置に設定される。一方、セカンドリブ12側の深さ方向位置は、トレッドTR10の表面から5.5mmの位置に設定される。また、C2—C2'方向の周方向溝33の断面において、 $\alpha 1$ は、 $25^\circ$ に、 $\alpha 2$ は、 $42^\circ$ にそれぞれ設定される。

[0051] 図3(d)に示すように、C3—C3'方向の周方向溝33の断面において、ショルダーリブ11側の深さ方向位置は、トレッドTR10の表面から5.5mmの位置に設定される。一方、セカンドリブ12側の深さ方向位置は、トレッドTR10の表面から0.5mmの位置に設定される。また、C3—C3'方向の周方向溝33の断面において、 $\alpha 1$ は、 $42^\circ$ に、 $\alpha 2$ は、 $25^\circ$ にそれぞれ設定される。

[0052] 図3(e)に示すように、C4—C4'方向の周方向溝33の断面において、ショルダーリブ11側の深さ方向位置は、トレッドTR10の表面から15.5mmの位置に設定される。一方、セカンドリブ12側の深さ方向位置は、トレッドTR10の表面から10.5mmの位置に設定される。また、C4—C4'方向の周方向溝33の断面において、 $\alpha 1$ は、 $70^\circ$

° に設定される。

- [0053] 本実施形態では、図3(b)～(e)に示した周方向溝33の断面形状をトレッドTR10の周方向に沿って、所定の周期で変化させることによって、溝最深部33btmの位置を周方向溝33内において、トレッドTR10の幅方向に変化させるとともに、接点 $V_1$ 及び接点 $V_2$ の周方向溝33の深さ方向位置と、垂直線 $P_1$ 、 $P_2$ と溝底面の断面線によって形成される角度( $\alpha 1$ 、 $\alpha 2$ 、 $\beta 1$ 及び $\beta 2$ )とを変化させることができる。なお、溝最深部33btmの深さは、図3(b)～(e)すべてにおいて、15.5mmに設定される。
- [0054] また、本実施形態では、図3(a)に示すように、図3(b)～(e)に示した周方向溝33の断面形状が、トレッドTR10の周方向に沿って、区間SC1～SC6毎に段階的に変化する。なお、区間SC5は、図3(d)に示した断面形状と、区間SC6は、図3(c)に示した断面形状と同一の断面形状である。
- [0055] ここで、区間SC1～SC6の長さ、すなわち、図3(b)に示した断面形状が、図3(c)～(e)に示した断面形状に変化し、図3(b)に示した断面形状が再び繰り返されるまでの長さを周期( $\lambda$ )とした場合、周期( $\lambda$ )は、ショルダーリブ11や溝底面の変形位置を分散させる効果を高めるため、できるだけ短い方が好ましい。逆に、周期( $\lambda$ )を長くした場合にはショルダーリブ11の側面を一様に傾斜させた設定に近くなり、周方向溝33の溝収縮を抑制する効果が小さくなる。
- [0056] そこで、周期( $\lambda$ )は、トレッドTR10の接地長(L)の中において、少なくとも2回以上繰り返されるように設定することが好ましい。すなわち、周期( $\lambda$ )は、接地長(L)と、 $\lambda \leq L/2$ の関係を満足するようにする。
- [0057] なお、「接地長」とは、正規リムに組み付けられた正規内圧を有する本実施形態に係る重荷重用空気入りタイヤを、車両のフロント軸に装着した場合に相当する荷重で路面に押し付けた際に、トレッドTR10が路面に接地する長さである。
- [0058] また、図3(b)～(e)に示した周方向溝33の断面形状を有する本実施形態に係る重荷重用空気入りタイヤは、要約すると、以下のような特徴を備えている。
- [0059] (特徴1) 周方向溝33のトレッドTR10の幅方向断面における断面形状を、周方向溝33の中心に対するトレッドTR10の表面に垂直な垂直線によって分離した場合、分離された断面形状は、全周の70%以上の領域において非対称である。なお、ショ

ルダークリブ11側の断面形状と、セカンドリブ12の断面形状とは、完全に逆位相にする必要は必ずしもないが、後述する有効溝断面積( $S'$ )が小さくならないようにすることが重要である。

- [0060] (特徴2)トレッドTR10の周方向に沿って、 $\alpha 1 > \beta 1$ を満足する領域と、 $\alpha 1 < \beta 1$ を満足する領域とが存在する。また、トレッドTR10の周方向に沿って、 $\alpha 2 > \beta 2$ を満足する領域と、 $\alpha 2 < \beta 2$ を満足する領域とが存在する。さらに、 $\alpha 1 > \beta 1$ を満足する領域では $\alpha 2 < \beta 2$ を満足し、 $\alpha 1 < \beta 1$ を満足する領域では $\alpha 2 > \beta 2$ を満足する。
- [0061] (特徴3)ショルダーリブ11側の垂直線 $P_1$ と溝底面とが接する深さ方向位置(接点 $V_1$ )は、トレッドTR10の周方向に沿って周期的に変化し、深さ方向位置(接点 $V_1$ )は、溝最深部33btmの幅方向の位置がショルダーリブ11に近いほど、トレッドTR10の表面に近い。また、セカンドリブ12側の垂直線 $P_2$ と溝底面とが接する深さ方向位置(接点 $V_2$ )も、トレッドTR10の周方向に沿って周期的に変化し、深さ方向位置(接点 $V_2$ )は、溝最深部33btmの幅方向の位置がセカンドリブ12に近いほど、トレッドTR10の表面に近い。
- [0062] 次に、図6(a)を参照して、周方向溝33の有効溝断面積( $S'$ )について説明する。上述したように、有効溝断面積とは、エッジ部11eg、エッジ部12egの各エッジ、及びトレッドTR10の表面と平行な溝最深部33btmに接する平行線に垂直線 $P_1$ 、垂直線 $P_2$ が直交する各交点とによって形成される四角形の面積を溝最大断面積 $S$ とした場合、溝最大断面積 $S$ 内において、トレッドTR10の全周に渡って周方向溝を形成する部分に相当する溝断面積をいう。
- [0063] より具体的には、有効溝断面積( $S'$ )とは、トレッドTR10の幅方向断面における周方向溝33の輪郭をトレッドTR10の全周に渡って透過的に表示させた場合において、表示された輪郭の最も内側の点及び線を結んで形成した仮想的な断面積、いわゆる、シースルー部分である。すなわち、有効溝断面積( $S'$ )は、周方向溝33に入り込んだ水が、周方向溝33の溝底面、及びショルダーリブ11ならびにセカンドリブ12の側面に邪魔されずにスムーズに流れることができる溝断面積に相当する。
- [0064] 本実施形態では、図6(a)において横線で示された領域である周方向溝33の有効

溝断面積( $S_1'$ )は、溝幅 $W$ と溝最深部長 $D$ との積によって表される最大溝断面積 $S$ 内において、 $S_1' \geq 0.45S$ を満足する。

[0065] (比較例に係る空気入りタイヤの構成)

次に、後述する本実施形態に係る重荷重用空気入りタイヤとの比較評価を行うために製作した、比較例に係る重荷重用空気入りタイヤについて説明する。以下、上述した本実施形態に係る重荷重用空気入りタイヤとの差異を主に説明するものとし、上述した本実施形態に係る重荷重用空気入りタイヤと同一の部位には、同一の符号を付し、その説明を省略する。

[0066] 図4(a)は、比較例に係る重荷重用空気入りタイヤのトレッドの一部平面展開図を示している。また、図4(b)は、図4(a)に示した重荷重用空気入りタイヤのD-D'方向の断面図を示している。

[0067] 図4(a)及び(b)に示すように、トレッドTR11には、溝最深部34btmの位置が、トレッドTR11の周方向に沿って変化する周方向溝34が配置されている。

[0068] 周方向溝34は、上述した周方向溝33と概ね同様の構成を有するが、周期( $\lambda$ )及び有効溝断面積( $S'$ )が異なる。

[0069] (比較例に係る空気入りタイヤの周方向溝の構成)

次に、周方向溝34の具体的な構成について、図5を参照しながら説明する。図5(a)は、トレッドTR11に配置された周方向溝34の拡大図を示している。

[0070] また、図5(b)及び(c)は、E1-E1'方向及びE2-E2'方向の断面図をそれぞれ示している。図5(b)に示すように、E1-E1'方向の周方向溝34の断面において、ショルダーリブ11側の深さ方向位置は、トレッドTR11の表面から2mmの位置に設定される。一方、セカンドリブ12側の深さ方向位置は、トレッドTR11の略表面の位置に設定される。また、E1-E1'方向の周方向溝34の断面において、 $\alpha 1$ は、 $43^\circ$ に、 $\alpha 2$ は、 $5^\circ$ にそれぞれ設定される。

[0071] 図5(c)に示すように、E2-E2'方向の周方向溝34の断面において、ショルダーリブ11側の深さ方向位置は、トレッドTR11の略表面の位置に設定される。一方、セカンドリブ12側の深さ方向位置は、トレッドTR11の表面から2mmの位置に設定される。また、E2-E2'方向の周方向溝34の断面において、 $\alpha 1$ は、 $5^\circ$ に、 $\alpha 2$ は、 $43^\circ$

にそれぞれ設定される。なお、溝最深部33btmの深さは、図5(b)及び(c)において、15.5mmに設定される。また、図5(b)及び(c)において、周方向溝34の幅は、16.0mmに設定される。

[0072] この比較例に係る重荷重用空気入りタイヤでは、図5(a)に示すように、図5(b)及び図5(c)に示した断面形状が、所定の周期( $\lambda$ )で繰り返される。さらに、この比較例に係る重荷重用空気入りタイヤは、上述した本実施形態に係る重荷重用空気入りタイヤが備える(特徴1)〜(特徴3)を満足する。

[0073] (比較評価)

次に、図2及び図3に示した本実施形態に係る重荷重用空気入りタイヤ(本実施形態)と、図4及び図5に示した比較例に係る重荷重用空気入りタイヤ(比較例)と、図1に示した従来例に係る重荷重用空気入りタイヤ(従来例)との比較評価の試験方法ならびにその結果について説明する。

[0074] (1)試験方法

比較評価に係る試験は、(a)ショルダーリップ摩耗性能、(b)ウェット性能、及び(c)通過騒音性能、を対象として実施した。

[0075] (a)ショルダーリップ摩耗性能、及び(b)ウェット性能の試験については、本実施形態、比較例ならびに従来例の各重荷重用空気入りタイヤを車両に実際に装着した状態において実施した。なお、試験条件は、以下の通りである。

- [0076]
- ・使用タイヤサイズ: 11R22.5
  - ・使用リムサイズ: 8.25×22.5
  - ・設定タイヤ内圧: 830KPa
  - ・車両種別: フロント1軸、ドライブ2軸車(2-DDトラック)
  - ・装着位置: フロント輪
  - ・前輪荷重: 28.01KN(積車:積載率100%)
  - ・速度: 0〜80km/h
  - ・走行距離: 100,000Km

また、本実施形態に係る重荷重用空気入りタイヤに係る試験では、周方向溝の周期( $\lambda$ )を接地長(L)の39%に設定するとともに、図6(a)に示したように、有効溝断

面積 $S_1'$ を最大溝断面積 $S$ の55.5%に設定した重荷重用空気入りタイヤを用いた。また、比較例に係る重荷重用空気入りタイヤに係る試験では、図6(b)に示すように、有効溝断面積 $S_2'$ を最大溝断面積 $S$ の40.7%に設定した重荷重用空気入りタイヤを用いた。なお、図6(c)は、図1に示した従来例に係る重荷重用空気入りタイヤの有効溝断面積 $S_3'$ を参考として示したものである。

[0077] (2) 試験結果

(a) ショルダーリップ摩耗性能

ショルダーリップ摩耗性能は、ショルダーリップ11と、セカンドリップ12において、トレッド幅方向からの横力が入力される側のエッジ部と、出力される側のエッジ部との摩耗量差を平均し、従来例に係る重荷重用空気入りタイヤを100として、各重荷重用空気入りタイヤの摩耗(偏摩耗)性能を指数で表示することにより評価した。表1は、本実施形態、比較例及び従来例のショルダーリップ摩耗性能を示している。

[表1]

	偏摩耗指数
実施例	85
比較例	84
従来例	100

[0078] 表1において、数値が小さいほど、リップの両エッジの摩耗量差が小さく、ショルダーリップ摩耗性能が良好なことを示している。表1に示すように、本実施形態ならびに比較例に係る重荷重用空気入りタイヤとも、従来例に係る重荷重用空気入りタイヤと比較して、大幅にショルダーリップの偏摩耗が抑制されている。

[0079] (b) ウェット性能

ウェット性能は、水深5mmの路面において、時速80km/hから車両が停止するまでの制動距離を測定し、従来例に係る重荷重用空気入りタイヤの制動距離を100として、各重荷重用空気入りタイヤの制動距離を指数で表示することにより評価した。表2は、本実施形態、比較例及び従来例のウェット性能を示している。

[表2]

	ウェット性能指数
実施例	93
比較例	105
従来例	100

[0080] 表2において、数値が小さいほど、制動距離が短く、ウェット性能が良好なことを示している。表2に示すように、従来例に係る重荷重用空気入りタイヤと比較して、比較例に係る重荷重用空気入りタイヤのウェット性能については、改善されていないものの、本実施形態に係る重荷重用空気入りタイヤでは、制動距離が短縮され、ウェット性能が向上している。

[0081] ここで、比較例に係る重荷重用空気入りタイヤのウェット性能が改善されていない理由は、本実施形態に係る重荷重用空気入りタイヤの有効溝断面積 $S_1'$ を、最大溝断面積 $S$ の55.5%に設定したのに対し、比較例に係る重荷重用空気入りタイヤの有効溝断面積 $S_2'$ を、最大溝断面積 $S$ の40.7%に設定したことによる。すなわち、有効溝断面積 $S'$ は、最大溝断面積 $S$ との関係において、上述したように、 $S' \geq 0.45S$ を満足することが好ましい。

[0082] (c) 通過騒音性能

通過騒音試験では、ドラム試験機を用いて単体台上試験を実施した。具体的には、ドラム上において、各重荷重用空気入りタイヤを時速80km/hに相当する回転数で回転させ、1kHzにおける音圧レベルのピーク値を測定した。また、通過騒音性能は、従来例に係る重荷重用空気入りタイヤを100として、各重荷重用空気入りタイヤの通過騒音性能を指数により表示することにより評価した。表3は、本実施形態、比較例及び従来例の通過騒音性能を示している。

[表3]

	通過騒音指数
実施例	96
比較例	94
従来例	100

[0083] 表3において、数値が小さいほど、音圧レベルが低く、通過騒音性能が良好なことを示している。表3に示すように、本実施形態ならびに比較例に係る重荷重用空気入りタイヤとも、従来例に係る重荷重用空気入りタイヤと比較して、通過騒音が低減されている。

[0084] (作用・効果)

以上説明した本実施形態に係る空気入りタイヤ、特に、重荷重用空気入りタイヤによれば、重荷重用空気入りタイヤに横力が入力された場合に、周方向溝33の溝底面ならびにショルダーリブ11側面が変形する位置が分散し、周方向溝33の収縮、すなわち、ショルダーリブ11がトレッドTR10の幅方向に変位することを抑制することができる。

[0085] さらに、ショルダーリブ11の幅方向の変位が抑制されれば、ショルダーリブ11が蹴り出される際に生じるトレッドTR10の内側向きのせん断力を低減させることができ、ショルダーリブ11の偏摩耗、具体的には、ショルダーリブなどのエッジの片落ち、テーパウェア、及びトレッドが一定の方向に繰り返しせん断されて摩耗するヒール&トゥ摩耗(H&T摩耗)が抑制される。

[0086] また、本実施形態によれば、周方向溝33の有効溝断面積 $S_1'$ が、最大溝断面積 $S$ との関係において、 $S_1' \geq 0.45S$ を満足するため、周方向溝33の収縮によるショルダーリブの偏摩耗を抑制しつつ、排水性をさらに向上させることができる。

[0087] さらに、本実施形態によれば、周方向溝33が、従来の周方向溝32と比較して、気柱共鳴音(パターンエアポンピング音)の低減に有利な形状となり、いわゆる通過騒音を抑制することもできる。

[0088] (変更例)

上述したように、本発明の一実施形態を通じて本発明の内容を開示したが、この開示の一部をなす論述及び図面は、本発明を限定するものであると理解すべきではない。この開示から当業者には様々な代替実施の形態、実施例及び運用技術が明らかとなる。

[0089] 例えば、本発明に係る重荷重用空気入りタイヤは、以下のように変更することができる。図7は、図2及び図3に示した本実施形態に係る重荷重用空気入りタイヤのトレッ



ドTR10に配置される周方向溝33を変更したものであり、周方向溝33に代えて周方向溝35が配置されたトレッドの一部平面展開図を示している。

[0090] 図2及び図3に示した本実施形態に係る重荷重用空気入りタイヤでは、周方向溝33内の溝最深部33btmが一定の区間(区間SC1〜SC6)毎に段階的に変化していたが、溝最深部35btmのように、周方向溝35内において、溝最深部の位置をトレッドの幅方向に、所定の周期(例えば、周期( $\lambda$ ) $\leq$ 接地長(L)/2の関係を満足する)で連続的に滑らかに変化させてもよい。

[0091] また、周方向溝35の深さ方向位置(接点 $V_1$ 、接点 $V_2$ の位置)や、溝底面及び垂直線P(垂直線 $P_1$ 、垂直線 $P_2$ )によって形成される角度( $\alpha 1$ 、 $\alpha 2$ 、 $\beta 1$ 及び $\beta 2$ )を所定の周期で連続的に滑らかに変化させてもよい。

[0092] 周方向溝35のように、溝最深部の位置などを所定の周期で連続的に滑らかに変化させた場合にも、かかる重荷重用空気入りタイヤは、上述した本発明の効果を奏することができる。

[0093] このように、本発明は、ここでは記載していない様々な実施の形態等を含むことは勿論である。したがって、本発明の技術的範囲は、上述の説明から妥当な特許請求の範囲に係る発明特定事項によってのみ定められるものである。

#### 産業上の利用の可能性

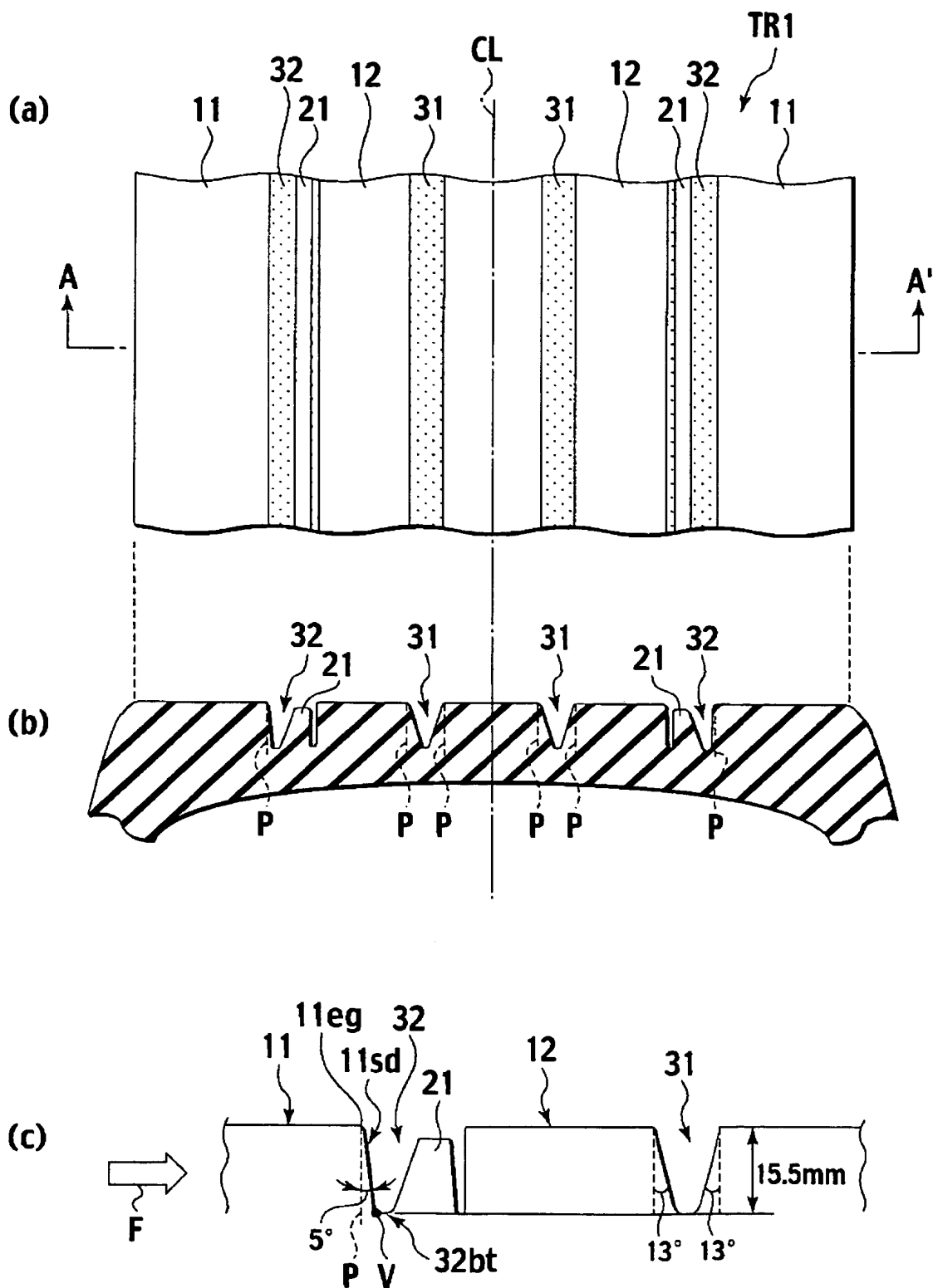
[0094] 以上のように、本発明に係る空気入りタイヤは、トレッド幅方向からの横力による偏摩耗を抑制するとともに、ウェット性能をさらに向上させることができるため、空気入りタイヤの製造技術などにおいて有用である。

### 請求の範囲

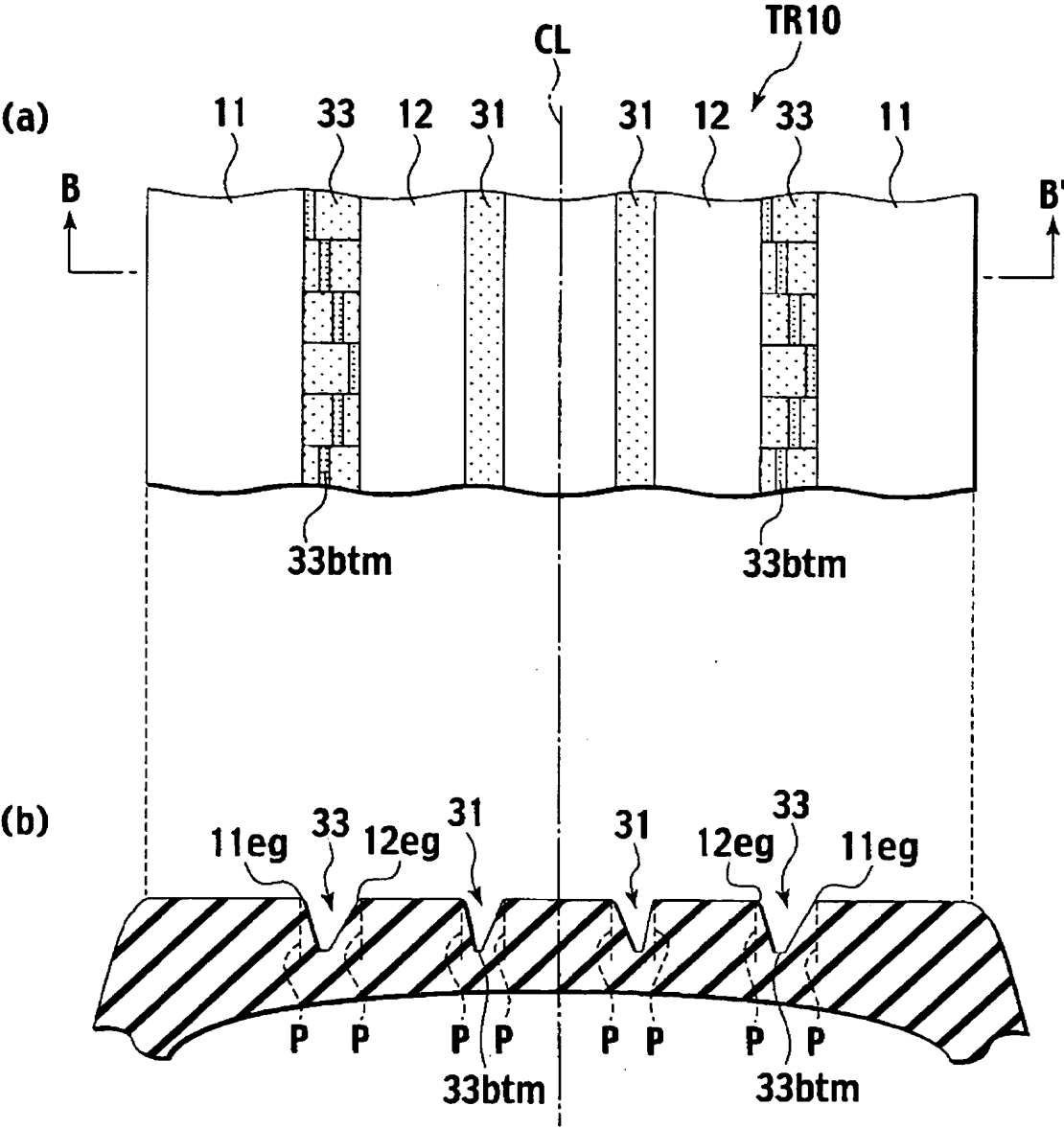
- [1]       トレッドの周方向に沿って配置された周方向溝と、前記周方向溝によって区画された陸部とを備えた空気入りタイヤであって、
- 前記周方向溝の溝最深部の位置が、前記周方向に沿って、前記周方向溝内において前記トレッドの幅方向に所定の周期で変化するとともに、
- 前記陸部の前記周方向溝側のエッジを通過する前記トレッドの表面と垂直または略垂直な垂直線に前記周方向溝の溝底面が接する深さ方向位置、及び前記深さ方向位置を頂点として、前記垂直線と前記溝底面の前記トレッドの幅方向断面線とによって形成される角度が、前記周方向に沿って前記所定の周期で変化することを特徴とする空気入りタイヤ。
- [2]       前記陸部の前記周方向溝側の各エッジ、及び前記トレッドの表面と平行な前記溝最深部に接する平行線に前記エッジを通過する前記トレッドの表面と垂直または略垂直な垂直線が直交する各交点とによって形成される四角形の面積を溝最大断面積 $S$ とした場合、前記溝最大断面積 $S$ 内において、前記トレッドの全周に渡って前記周方向溝を形成する部分に相当する有効溝断面積 $S'$ が、 $S' \geq 0.45S$ を満足することを特徴とする請求項1に記載の空気入りタイヤ。

[図1]

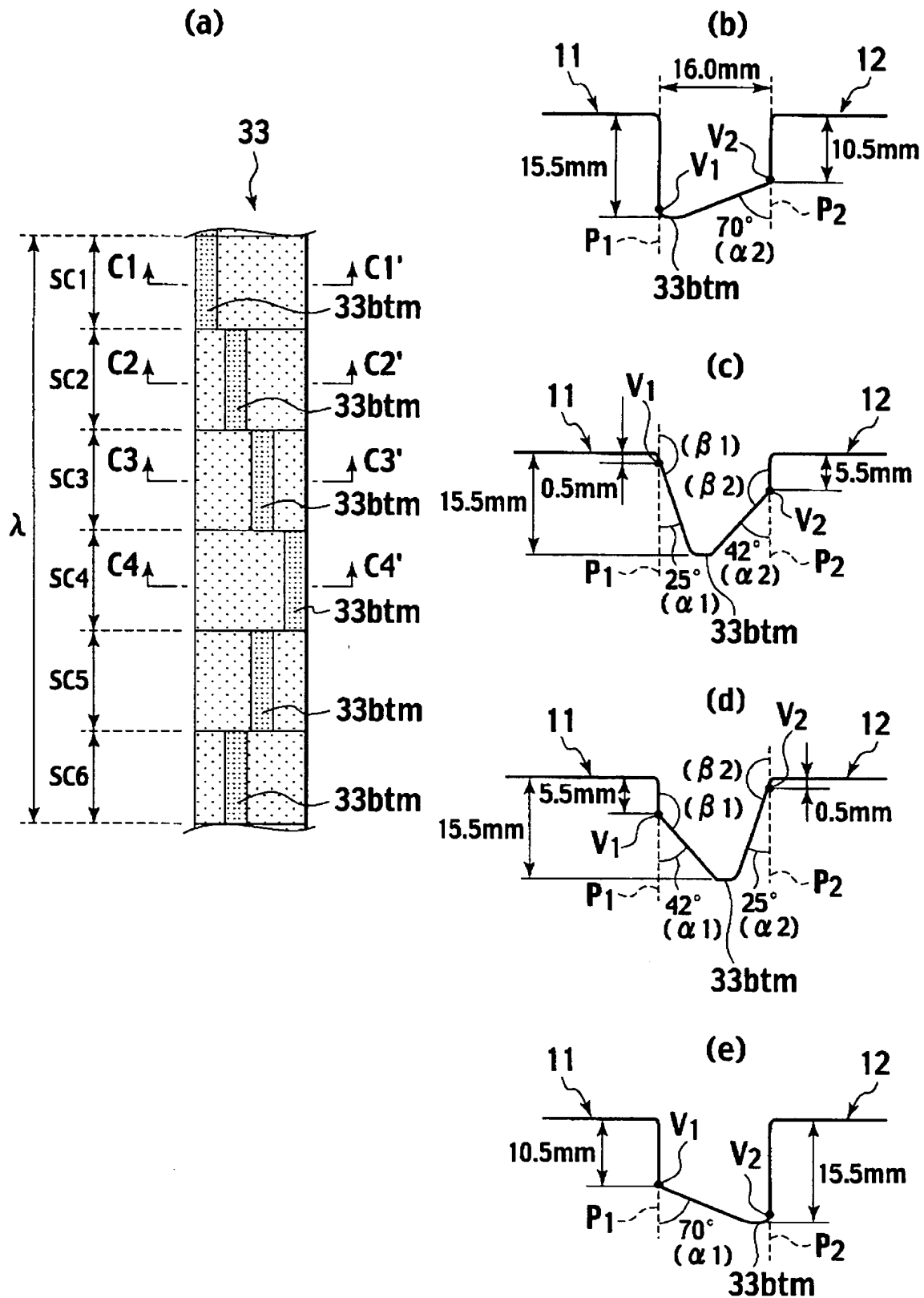
PRIOR ART



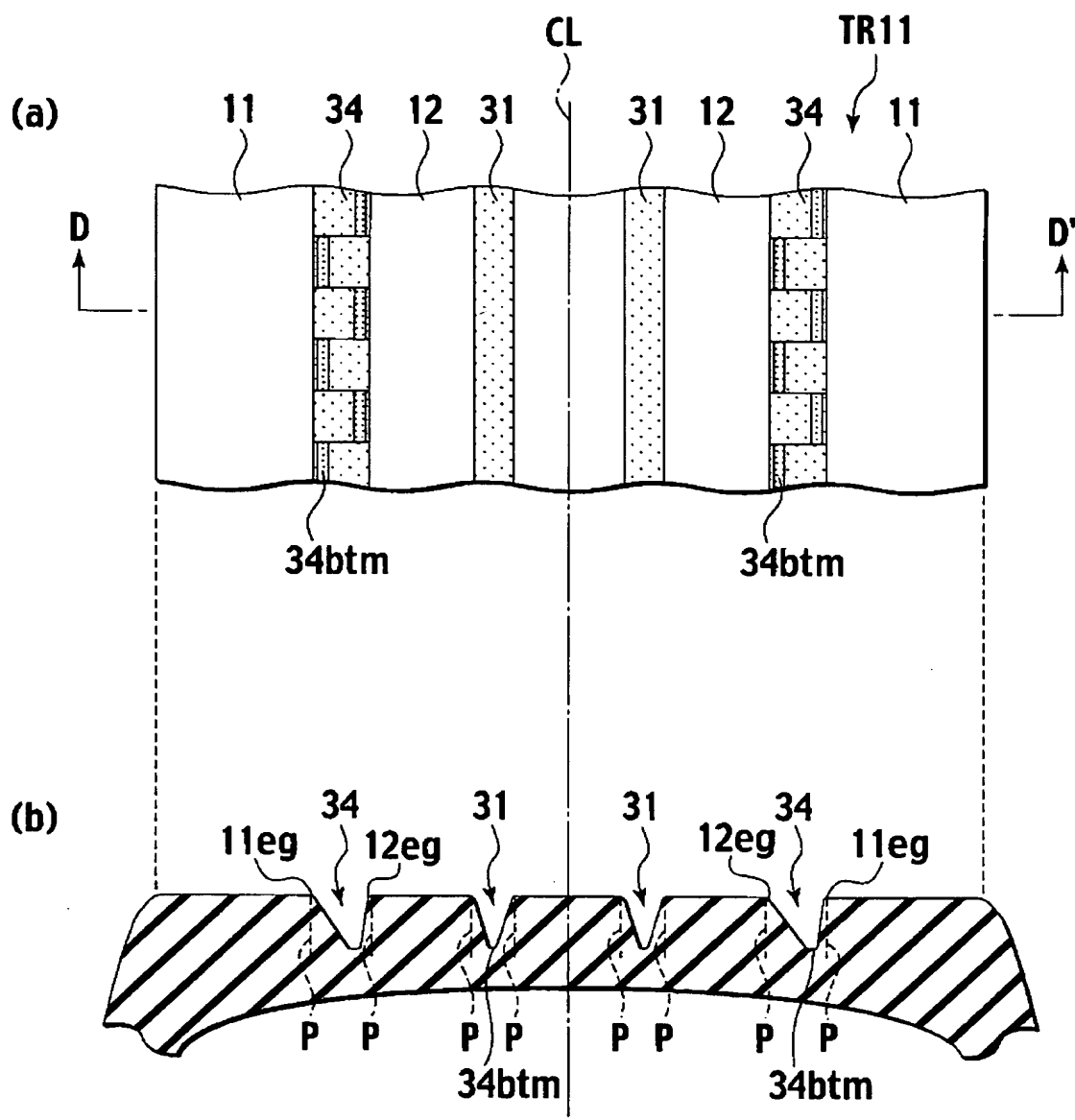
[図2]



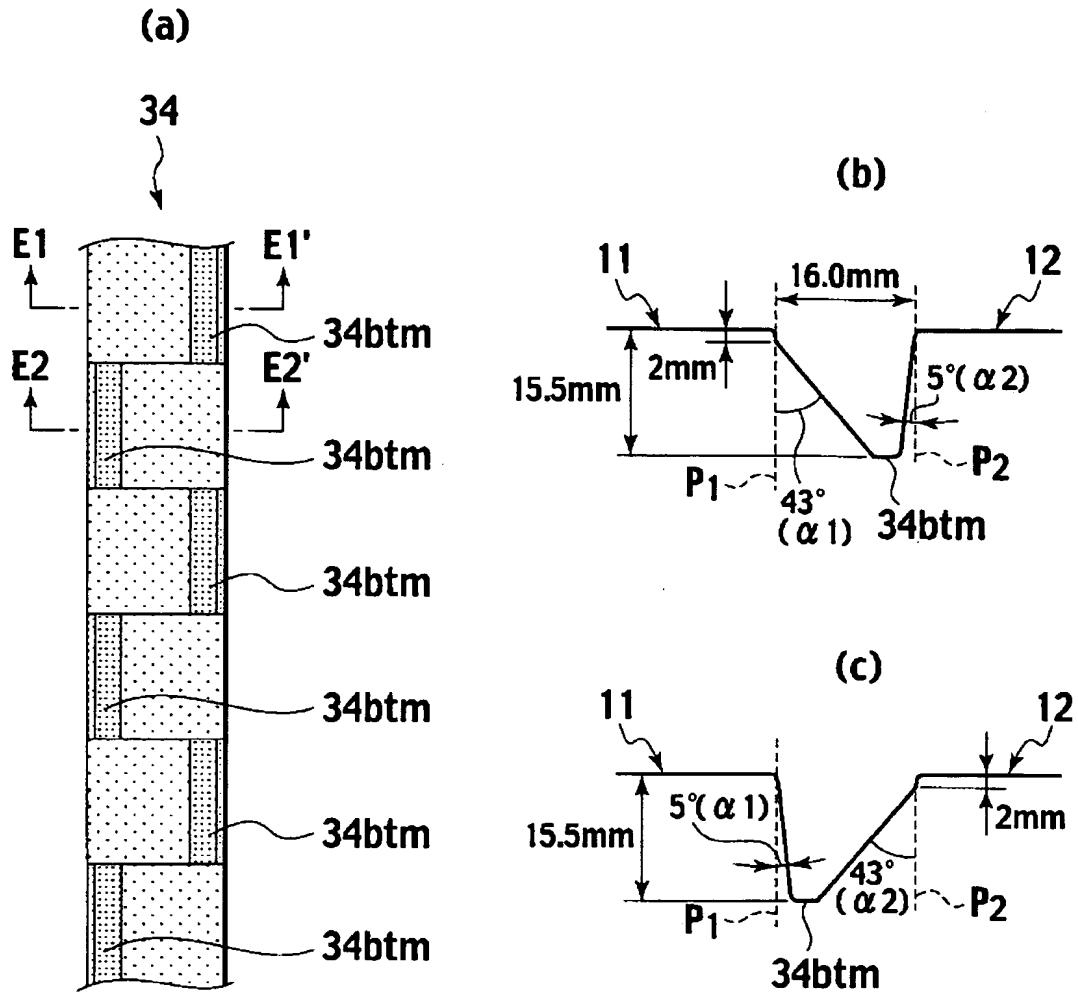
[図3]



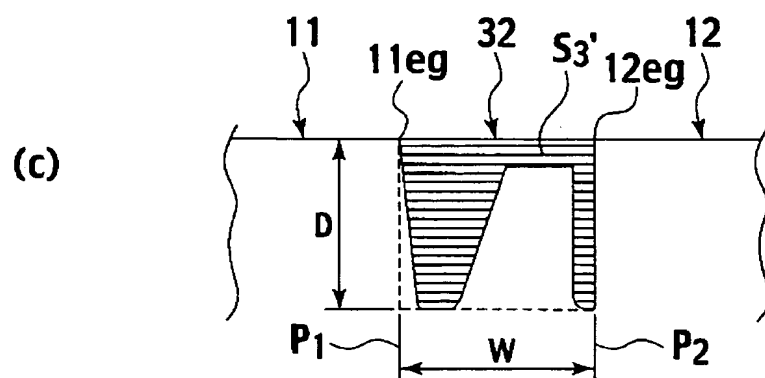
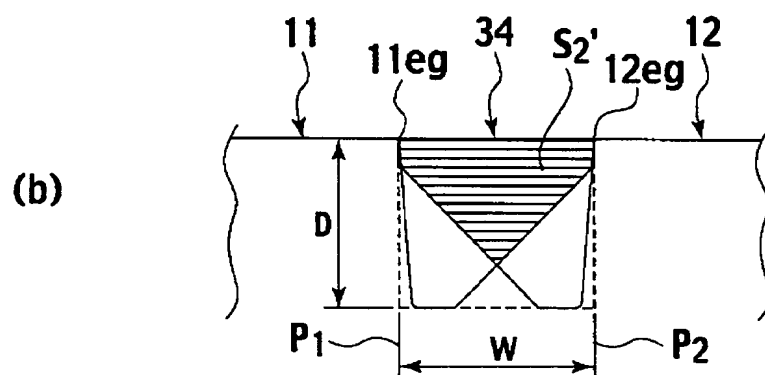
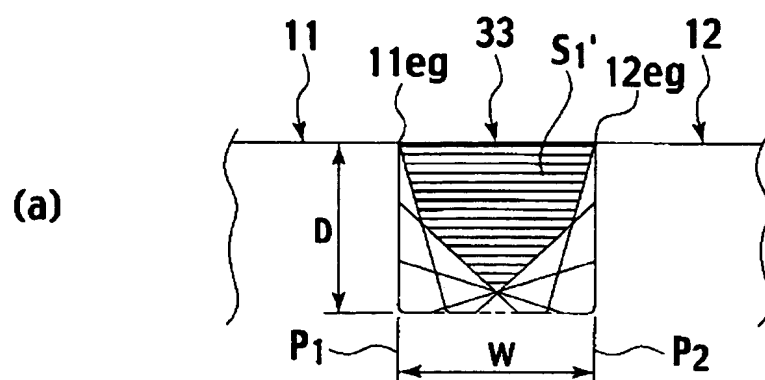
[図4]



[図5]

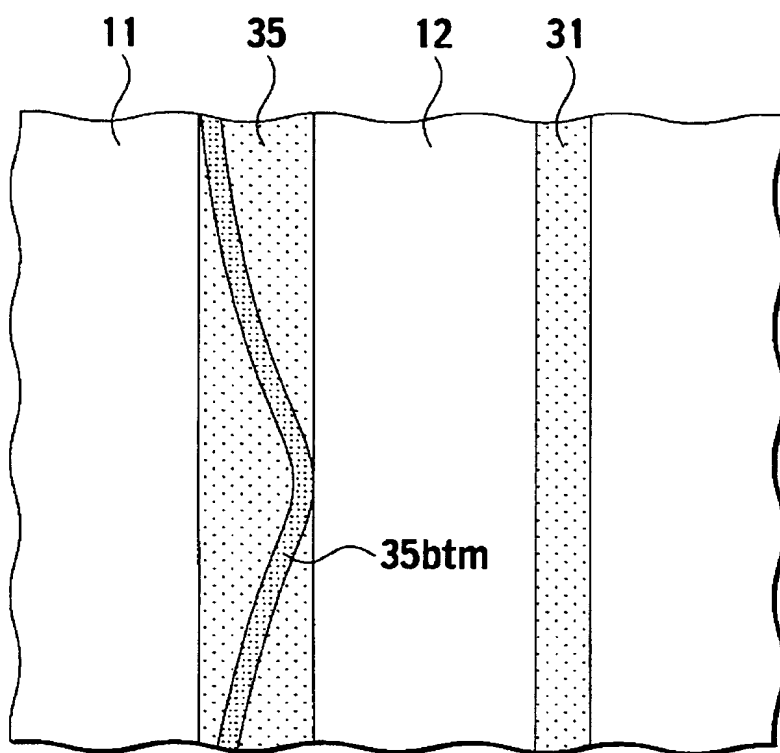


[図6]





[図7]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/016007

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> Int.Cl <sup>7</sup> B60C11/13, 11/04		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl <sup>7</sup> B60C11/13, 11/04		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2005 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2005 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2005		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 60-197409 A (Toyo Tire and Rubber Co., Ltd.), 05 October, 1985 (05.10.85), Claims; page 2, lower left column, line 6 to lower right column, line 1; page 3, lower left column, line 2 to page 4, upper left column, line 2; Figs. 1 to 4 (Family: none)	1, 2
X	JP 2001-187519 A (Bridgestone Corp.), 10 July, 2001 (10.07.01), Claims; Par Nos. [0002] to [0005], [0013], [0020] to [0024], [0039] to [0043]; Figs. 1 to 3 (Family: none)	1, 2
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 21 January, 2005 (21.01.05)		Date of mailing of the international search report 08 February, 2005 (08.02.05)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/016007

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 09-011708 A (The Yokohama Rubber Co., Ltd.), 14 January, 1997 (14.01.97), Claims; Par Nos. [0011] to [0015]; Figs. 1 to 4 (Family: none)	1,2
X	JP 2001-294021 A (Toyo Tire and Rubber Co., Ltd.), 23 October, 2001 (23.10.01), Claims; Par Nos. [0001] to [0002], [0036]; Figs. 1 to 3 (Family: none)	1,2
A	JP 06-156017 A (Toyo Tire and Rubber Co., Ltd.), 03 June, 1994 (03.06.94), Full text; Figs. 1 to 5 (Family: none)	1,2
A	JP 05-000606 A (Bridgestone Corp.), 08 January, 1993 (08.01.93), Full text; Figs. 1 to 2 & EP 520755 A1	1,2

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl<sup>7</sup>B60C11/13, 11/04

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl<sup>7</sup>B60C11/13, 11/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2005年

日本国登録実用新案公報 1994-2005年

日本国実用新案登録公報 1996-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 60-197409 A (東洋ゴム工業株式会社) 1985.10.05, 特許請求の範囲, 第2頁左下欄第6行-右下欄第1行, 第3頁左下欄第2行-第4頁左上欄第2行, 第1-4図 (ファミリーなし)	1, 2
X	JP 2001-187519 A (株式会社ブリヂストン) 2001.07.10, 特許請求の範囲, 【0002】-【0005】, 【0013】, 【0020】-【0024】, 【0039】-【0043】, 第1-3図 (ファミリーなし)	1, 2

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

21.01.2005

国際調査報告の発送日

08.02.2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

有田 恭子

4 F

9540

電話番号 03-3581-1101 内線 3430

様式PCT/ISA/210 (第2ページ) (2004年1月)

C (続き). 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 09-011708 A (横浜ゴム株式会社) 1997.01.14, 特許請求の範囲, 【0011】 - 【0015】, 第1-4図 (ファミリー なし)	1, 2
X	JP 2001-294021 A (東洋ゴム工業株式会社) 2001.10.23, 特許請求の範囲, 【0001】 - 【0002】, 【0036】, 第 1-3図 (ファミリーなし)	1, 2
A	JP 06-156017 A (東洋ゴム工業株式会社) 1994.06. 03, 全文, 第1-5図 (ファミリーなし)	1, 2
A	JP 05-000606 A (株式会社ブリヂストン) 1993.01. 08, 全文, 第1-2図 & EP 520755 A1	1, 2